

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-210614

(P 2 0 0 0 - 2 1 0 6 1 4 A)

(43) 公開日 平成12年8月2日(2000. 8. 2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマコード (参考)

B05D 1/18

B05D 1/18

2K009

B29D 11/00

B29D 11/00

4D075

G02B 1/10

G02B 1/10

Z 4F213

// B29K105:32

C08L101:00

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全9頁)

(21) 出願番号 特願平11-12471

(22) 出願日 平成11年1月20日(1999. 1. 20)

(71) 出願人 000000527

旭光学工業株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(72) 発明者 山田 和広

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光

学工業株式会社内

(74) 代理人 100091292

弁理士 増田 達哉 (外1名)

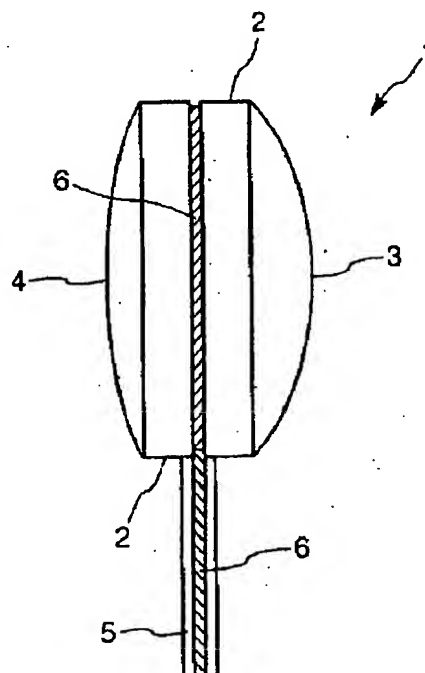
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学素子および塗膜の形成方法

(57) 【要約】

【課題】 均一な塗膜を形成することができる光学素子および塗膜の形成方法を提供すること。

【解決手段】 例えば射出成形で製造されたプラスチック製のレンズ1は、その外周部にゲート部5を有している。また、レンズ1のコバ部2およびゲート部5には、溝6が形成されている。ゲート部5を支持具で支持した状態で、レンズ1を塗布液中に浸漬し、次いでレンズ1を塗布液から引き上げる。このとき、溝6は、レンズ1に付着した余剰の塗布液の流路として機能する。次に、レンズ1の表面に付着した塗布液を例えば紫外線照射により硬化させて塗膜を形成する。その後、レンズ1から支持具を取り外し、ゲート部5を切断、除去する。レンズ1の第1面3および第2面4には、均一な塗膜が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 表面に塗膜を形成して使用される光学素子であって、  
光学素子の縁部に、前記塗膜を形成する際の塗布液の流路となる溝が形成されていることを特徴とする光学素子。

【請求項2】 前記溝は、光学素子の縁部のほぼ全周に亘って形成されている請求項1に記載の光学素子。

【請求項3】 前記光学素子は、レンズであり、このレンズのコバ部に前記溝が形成されている請求項1に記載の光学素子。

【請求項4】 前記溝の幅を $w$ 、前記溝の深さを $d$ としたとき、

$$w = 0.1 \sim 1.0 \text{ mm}$$

$$d = 0.1 \sim 1.5 \text{ mm}$$

である請求項1ないし3のいずれかに記載の光学素子。

【請求項5】 前記光学素子は、プラスチック成形品である請求項1ないし4のいずれかに記載の光学素子。

【請求項6】 前記溝は、前記光学素子の成形時に同時に形成されたものである請求項5に記載の光学素子。

【請求項7】 成形時に形成されるゲート部を有する請求項5または6に記載の光学素子。

【請求項8】 前記溝は、前記ゲート部にも形成されている請求項7に記載の光学素子。

【請求項9】 請求項7または8に記載の光学素子に塗膜を形成する塗膜の形成方法であって、  
前記ゲート部を支持具で支持しつつ塗膜を形成することを特徴とする塗膜の形成方法。

【請求項10】 請求項7または8に記載の光学素子に塗膜を形成する塗膜の形成方法であって、  
前記ゲート部を支持具で支持しつつ塗膜を形成し、  
次いで、前記ゲート部の全部または一部を除去することを特徴とする塗膜の形成方法。

【請求項11】 前記塗膜の形成は、浸漬法により行われる請求項9または10に記載の塗膜の形成方法。

【請求項12】 前記光学素子の塗布液中からの引き上げは、前記ゲート部を下方にして行われる請求項11に記載の塗膜の形成方法。

【請求項13】 前記被塗布物の塗布液中からの引き上げ速度が $10 \sim 1000 \text{ mm/min}$ である請求項11または12に記載の塗膜の形成方法。

【請求項14】 前記塗膜は、ハードコート層である請求項9ないし13のいずれかに記載の塗膜の形成方法。

【請求項15】 前記塗布液の粘度が $1 \sim 1000 \text{ cps}$  ( $25^\circ\text{C}$ )である請求項9ないし14のいずれかに記載の塗膜の形成方法。

【請求項16】 前記塗布液の温度が $5 \sim 40^\circ\text{C}$ である請求項9ないし15のいずれかに記載の塗膜の形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、例えばレンズのような光学素子および光学素子の表面に塗膜を形成する塗膜の形成方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】各種レンズには、傷付きを防止するために、表面にハードコート層（塗膜）が形成されている。従来、このハードコート層は、次のようにして形成されている。

【0003】図8に示すように、レンズ10の両側面を引き上げ用の支持具12により支持（挟持）した状態で、レンズ10を塗布液80中に浸漬し、塗布液80から引き上げた後、付着した塗布液80を硬化させてレンズ表面に塗膜を形成する。

【0004】しかしながら、この方法では、レンズ10を塗布液80中から引き上げた際に、重力による液ダレ（液の下方への移動）や液の表面張力等によって、レンズ10のコバ部11、特に、下方に位置するコバ部11に塗布液が残存し、塗膜の盛り上がり（設計膜厚より厚い塗膜）14が生じる。

【0005】レンズ10のコバ部11にこのような塗膜の盛り上がり14が形成されると、レンズ10の外径寸法（縦横寸法）が膜厚分増大し、レンズホルダー等への取り付けが困難となる場合がある。

【0006】また、レンズ10の下方では、重力による移動により塗布液が集積されるので、コバ部11のみならず、その近傍のレンズ10の表面（有効領域の表面）に塗膜の盛り上がり13が生じる。

【0007】また、レンズ10の表面の塗膜の盛り上がり13は、支持具12がレンズ10に接触している部分の近傍においても生じる。

【0008】このような塗膜の盛り上がり13が形成されると、レンズ10の有効領域の部分が本来設計された形状と異なる形状となるため、レンズ10の光学的特性を損なうおそれが生じる。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、均一な塗膜を形成することができる光学素子および塗膜の形成方法を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記（1）～（16）の本発明により達成される。

【0011】（1） 表面に塗膜を形成して使用される光学素子であって、光学素子の縁部に、前記塗膜を形成する際の塗布液の流路となる溝が形成されていることを特徴とする光学素子。

【0012】（2） 前記溝は、光学素子の縁部のほぼ全周に亘って形成されている上記（1）に記載の光学素子。

50 【0013】（3） 前記光学素子は、レンズであり、

このレンズのコバ部に前記溝が形成されている上記

(1)に記載の光学素子。

【0014】(4) 前記溝の幅を $w$ 、前記溝の深さを $d$ としたとき、

$w=0.1\sim1.0\text{mm}$

$d=0.1\sim1.5\text{mm}$

である上記(1)ないし(3)のいずれかに記載の光学素子。

【0015】(5) 前記光学素子は、プラスチック成形品である上記(1)ないし(4)のいずれかに記載の光学素子。

【0016】(6) 前記溝は、前記光学素子の成形時に同時に形成されたものである上記(5)に記載の光学素子。

【0017】(7) 成形時に形成されるゲート部を有する上記(5)または(6)に記載の光学素子。

【0018】(8) 前記溝は、前記ゲート部にも形成されている上記(7)に記載の光学素子。

【0019】(9) 上記(7)または(8)に記載の光学素子に塗膜を形成する塗膜の形成方法であって、前記ゲート部を支持具で支持しつつ塗膜を形成することを特徴とする塗膜の形成方法。

【0020】(10) 上記(7)または(8)に記載の光学素子に塗膜を形成する塗膜の形成方法であって、前記ゲート部を支持具で支持しつつ塗膜を形成し、次いで、前記ゲート部の全部または一部を除去することを特徴とする塗膜の形成方法。

【0021】(11) 前記塗膜の形成は、浸漬法により行われる上記(9)または(10)に記載の塗膜の形成方法。

【0022】(12) 前記光学素子の塗布液中からの引き上げは、前記ゲート部を下方にして行われる上記(11)に記載の塗膜の形成方法。

【0023】(13) 前記被塗布物の塗布液中からの引き上げ速度が $10\sim1000\text{mm/min}$ である上記(11)または(12)に記載の塗膜の形成方法。

【0024】(14) 前記塗膜は、ハードコート層である上記(9)ないし(13)のいずれかに記載の塗膜の形成方法。

【0025】(15) 前記塗布液の粘度が $1\sim1000\text{cps}$ ( $25^\circ\text{C}$ )である上記(9)ないし(14)のいずれかに記載の塗膜の形成方法。

【0026】(16) 前記塗布液の温度が $5\sim40^\circ\text{C}$ である上記(9)ないし(15)のいずれかに記載の塗膜の形成方法。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の光学素子および塗膜の形成方法を添付図面に示す好適実施例に基づいて詳細に説明する。

【0028】本発明の光学素子(光学部品)の種類は、

特に限定されず、例えば、各種レンズ、プリズム、ミラー、ビームスプリッタ、光学フィルター、偏光板、窓部材等の各種光学部品、腕時計のガラス等が挙げられる。以下の実施例では、光学素子として、レンズの場合を例に説明する。

【0029】図1、図2および図3は、それぞれ、本発明の光学素子であるレンズ1の実施例を示す正面図、側面図および底面図である。

【0030】これらの図に示すように、レンズ1は、その両面にそれぞれ第1面3および第2面4を有している。また、レンズ1の外周端(全周)には、コバ部2が形成されている。

【0031】本実施例において、レンズ1は、例えば、ポリメチルメタクリレート(PMMA)、ポリカーボネート(PC)、ポリスチレン(PS)、ジエチレングリコールビスアリルカーボネート、アクリロニトリルスチレン共重合体、メチルメタクリレート-スチレン共重合体、ポリ(-4-メチルペンテン-1)等の各種プラスチック材料(光学用プラスチック)で構成されている。

【0032】レンズ1は、上記のようなプラスチック材料を用いて例えば射出成形により製造されたプラスチック成形品である。そして、レンズ1には、射出成形の際、金型(成型型)内に溶融樹脂を注入するためのゲート(樹脂注入口)に対応するゲート部5がレンズ1と一体的に形成される。図示の例では、棒状のゲート部5が、レンズ1のコバ部2の一部に一体的に形成されている。

【0033】このゲート部5は、レンズ1の光学的機能に寄与しない不要部分であり、後に切断・除去される。

【0034】図示の実施例では、コバ部2の厚さ(コバ厚) $t$ は全周にわたってほぼ同一であるが、このコバ厚 $t$ は、部分的に変化していてもよい。

【0035】レンズ1のコバ部2には、後述するような塗膜9の形成時に、塗布液8が流れる流路として機能する溝6(図2、図3中斜線を施して示す)が形成されている。この溝6は、コバ部2のほぼ全周に亘って連続的に形成されている。

【0036】また、溝6は、図2および図3に示すように、コバ部2のレンズ厚さ方向中央部に形成されているのが好ましい。これにより、コバ部2上の塗布液8を均等に流下させることができる。

【0037】また、この溝6は、コバ部2のみならず、ゲート部5の両側面にも形成されている。このゲート部5に形成された溝6は、コバ部2に形成された溝6と繋がっている。このように、ゲート部5にも溝6を形成することにより、塗布液8の排出、特に、下方(ゲート部5が形成されている部分)に位置するコバ部2上の塗布液8の排出がより円滑になされる。

【0038】なお、ゲート部5においては、ゲート部5

の正面および/または背面に溝6を形成してもよい。

【0039】このようなコバ部2やゲート部5の溝6は、後加工で形成したものでもよいが、レンズ1の成形時に同時に形成されたものであるのが好ましい。これにより、レンズ1の製造工程数の増大を防止することができる。溝6の形成の具体的方法としては、レンズ1の成形型や樹脂注入路に溝6の形状に対応する凸部を形成しておけばよい。

【0040】なお、図示の実施例では、溝6の横断面形状は、長方形であるが、これに限らず、例えば、台形、V字状、W字状、U字状等であってもよい。

【0041】また、図示の実施例では、溝6は、コバ部2の外周方向に沿って1本形成されているが、2本以上形成されていてもよい。溝6を複数本形成する場合には、比較的浅い溝6で塗布液8の流路の横断面積を十分に確保することができる。

【0042】溝6の幅および深さは、特に限定されないが、図3に示すように、溝6の幅をw、溝6の深さをdとしたとき、以下の関係を満足するのが好ましい。なお、w、dは、それぞれ、その形成場所により異なってもよく、その場合には、平均値とする。

【0043】 $w=0.1\sim1.0\text{mm}$ 程度とするのが好ましく、 $w=0.3\sim0.8\text{mm}$ 程度とするのがより好ましい。dは、 $d=0.1\sim1.5\text{mm}$ 程度とするのが好ましく、 $d=0.3\sim1.0\text{mm}$ 程度とするのがより好ましい。

【0044】wまたはdが小さ過ぎると、塗布液8の種類や粘度等によっては、流路としての機能が十分に発揮されないことがあり、また、dが大き過ぎると、特に微小レンズの場合に、レンズ1の有効領域に影響を及ぼすことがあるからである。

【0045】次に、レンズ1の表面に塗膜を形成する方法について説明する。

【0046】図4および図5は、それぞれ、本発明の塗膜の形成方法の実施例を示す正面図、図6は、塗膜形成後のレンズの断面側面図、図7は、レンズからゲート部を除去した後の塗膜の形状を示す断面側面図である。

【0047】レンズ1は、以下に述べる塗膜の形成作業に際し、支持具(引き上げ用の支持具)7で支持される。支持具7は、図4および図5に示すように、例えば、L字状に屈曲した形状をなしており、その先端部は、ゲート部5を例えば挟持、嵌合、接着等により固定的に支持することができるようになっている。

【0048】支持具7でレンズ1を支持する箇所は、ゲート部5とされる。すなわち、ゲート部5が下方に位置するようにレンズ1の姿勢を調整し、支持具7でゲート部5の下端部を支持する(図4参照)。

【0049】この状態で、図4に示すように、レンズ1を、塗膜9の構成成分を含む塗布液(浸漬液)8中に浸漬する。

【0050】塗布液8としては、特に限定されず、例え

ば、ハードコート層、反射防止膜、反射増加膜、保護層、導電層、着色層、LB膜等を形成するための塗布液が挙げられる。

【0051】ハードコート層形成用の塗布液の場合、その主な成分は、レンズ1の構成材料等によって異なる。例えば、ポリメチルメタクリレート(PMMA)製レンズの場合、アクリル系のハードコート液(シリカ含有)が好適に用いられる。

【0052】また、塗布液8中には、例えば紫外線硬化剤のような各種硬化剤が含まれていてもよい。

【0053】また、塗布液8中には、各種添加剤が含まれていてもよい。添加剤の例としては、例えばシリカ等の充填剤が挙げられる。

【0054】また、塗布液8の粘度は、特に限定されないが、 $1\sim1000\text{cps}$ ( $25^\circ\text{C}$ )程度が好ましく、 $1\sim100\text{cps}$ ( $25^\circ\text{C}$ )程度がより好ましい。この粘度が高すぎると、形成された塗膜9が不均一となりやすい。

【0055】また、塗布液8の温度は、特に限定されないが、 $5\sim40^\circ\text{C}$ 程度であるのが好ましく、 $15\sim25^\circ\text{C}$ 程度であるのがより好ましい。この温度が高すぎると、取り扱いがしにくく、また、温度が低すぎると、水の影響が出て取り扱いがしにくい。

【0056】次に、図5に示すように、支持具7で支持されているレンズ1を塗布液8中から引き上げる。このときのレンズ1の姿勢は、ゲート部5を鉛直方向下方に向けた状態とする。

【0057】レンズ1の第1面3および第2面4に付着した余剰の塗布液8は、これらの面に沿って流下し、また、コバ部2に付着した塗布液8は、コバ部2に形成された溝6内を流下する。

【0058】このようにしてレンズ1の下部に流下した塗布液8は、レンズ1の下方に位置するコバ部2に停留することなく、さらにゲート部5の表面、特にゲート部5に形成された溝6内を通してゲート部5の下部へ流下する。

【0059】このように、余剰の塗布液5をゲート部5を経て逃がすことができるので、コバ部2やその周辺に前述したような塗膜の盛り上がり形成されることが防止される。その結果、レンズ1の形状変化により光学的特性を損なうことがなく、また、レンズ1をレンズホルダー等の支持部や取付部へ取り付ける場合に、その取り付けを適正、確実に行うことができる。

【0060】塗布液8中からの引き上げ速度は、特に限定されないが、 $10\sim1000\text{mm/min}$ 程度であるのが好ましく、 $150\sim350\text{mm/min}$ 程度であるのがより好ましい。引き上げ速度が速すぎると、形成される塗膜9の均一性が低下し、また、引き上げ速度が遅すぎると、生産性が低下する。

【0061】なお、レンズ1を塗布液8中から引き上げ

た後は、レンズ1の表面に付着した塗布液8は、重力により下方に移動し、さらに、ゲート部5の表面や溝6を通して下方へ流下する。そして、ゲート部5の下部付近に留まる。そのため、塗膜9の厚さは、ゲート部5の下部付近において厚くなり、盛り上がり91が生じる(図6参照)。しかしながら、この部分は、後にゲート部5と共に除去されるため、このような塗膜の盛り上がり91が形成されても差し支えない。

【0062】そして、レンズ1は、ゲート部5を介してのみ支持具7と接触しているため、レンズ1の他の箇所10に、支持具7との接触が原因で塗膜の盛り上がり91が形成されることがなく、レンズ1の第1面3および第2面4に形成された塗膜9は、均一な厚さとなる。

【0063】次に、レンズ1の表面に付着した塗布液8を硬化させる。これにより、塗膜9が形成される(図3参照)。

【0064】塗膜の硬化の方法としては、塗布液の種類、組成等に応じて適宜決定される。例えば、湿潤した塗膜を乾燥する方法、塗膜を加熱して硬化させる方法、塗膜に紫外線等の光、電子線、放射線等を照射する方法20等が挙げられる。

【0065】なお、塗布液8の硬化前に、コバ部2に塗布液8が付着していたとしても、その塗布液は、溝6内に吸収されるため、コバ部2に塗膜9が形成されたとしても、その厚さは極めて薄いものとなる(図6、図7参照)。よって、レンズ1をレンズホルダー等の支持部や取付部へ取り付けの場合に、その取り付けを適正、確実に行うことができる。

【0066】塗膜9の硬化が完了したら、レンズ1を支持具7から取り外す。

【0067】次に、切断線51により、ゲート部5を切断、除去する。これにより、図7に示すように、第1面3および第2面4に均一、均質な塗膜9が形成されたレンズ1が得られる。

【0068】なお、ゲート部5は、その全部を除去しても、一部(コバ部2の近傍の部分)を残して除去してもよい。

【0069】ゲート部5の下部に形成された塗膜9の盛り上がり91は、ゲート部5の切断、除去と共に除去されるので、別途、塗膜9の盛り上がり91を除去するための作業を追加する必要がない。よって、本発明の塗膜の形成方法では、作業工程を複雑化することなく、簡単な方法で均一、均質な塗膜9を形成することができるという利点がある。

【0070】以上のような塗膜の形成方法によれば、レンズ1の第1面3および第2面4に均一、均質な塗膜9が形成されるため、レンズ1の有効領域部分(レンズとして機能する部分)の形状変化によりレンズ1の光学的特性が変わることが防止される。

【0071】本発明において、レンズ1の種類は、特に

限定されず、例えば、カメラ、ビデオカメラの撮影光学系を構成するレンズ、ファインダー光学系を構成するレンズ、望遠鏡、双眼鏡、顕微鏡、投影機(投写機)、複写機、レーザープリンターに用いられるレンズ、光ピックアップ(光ディスク、光磁気ディスクの光学ヘッド)や内視鏡等に用いられる小型レンズ、微小レンズ、その他各種光学機器、光学測定機器に用いられるレンズ、メガネレンズ等に適用することができる。

【0072】また、レンズの材質は、上述したものに限定されず、各種ガラス材で構成されたレンズであってもよい。例えば、ガラスモールド法により製造されたガラス製レンズであってもよい。

【0073】なお、以上では、浸漬法(ディッピング)により塗膜9を形成する場合について説明したが、本発明は、これに限らず、その他例えば、スピンコート、スプレーコート、ロールコート、はけ塗り等により塗膜を形成する方法にも適用することができる。

【0074】

【実施例】以下、本発明の具体的実施例について説明する。

【0075】(実施例1) 射出成形で製造された図1～図3に示す形状のカメラファインダー用のレンズを用意した。このレンズは縦10.54mm×横16.02mm、コバ部の厚さtが2.4mmの両凸レンズであり、レンズの材質は、ポリメチルメタクリレートであった。レンズの一方の長辺の中央部には、長さ約10mmのゲート部が該長辺に対し垂直に形成されていた。

【0076】レンズのコバ部(全周)およびゲート部の両側部には、レンズの成形と同時に横断面が長方形をなす連続する溝を形成した。この溝の寸法は、幅wが0.5mm、深さdが0.5mmであった。また、この溝は、コバ部において、レンズ厚さ方向のほぼ中央部に形成した。

【0077】次に、レンズの姿勢をゲート部が鉛直下方を向くようにし、支持具(引き上げ具)でゲート部の下端部を支持しつつ、ハードコート層形成用の塗布液に浸漬した。塗布液の条件等は、次の通りである。

【0078】塗布液組成: コロイダルシリカを含有するアクリル系紫外線硬化型塗布液

塗布液の粘度: 5.16cps(25℃)

塗布液の温度: 20℃

浸漬時間: 20秒

塗布液への浸漬終了後、レンズを引き上げ速度190mm/minで空中に引き上げた。

【0079】次に、引き上げられたレンズの全体に、紫外線を照射し(トータル照射強度85mJ/cm<sup>2</sup>)、付着した塗布液を硬化させた。これにより、塗膜(ハードコート層)が形成された。

【0080】塗膜の硬化後、支持具からレンズを取り外した。

【0081】次いで、切断刃を備えた切断装置により、ゲート部のほぼ全部を切断、除去した。これにより、第1面および第2面にそれぞれハードコートがなされたレンズを完成した。

【0082】このようにして得られたレンズについて、塗膜の形成状態を目視で観察すると共に、触針式の形状評価装置（フォーム タリサーフ）を用いて分析したところ、レンズの両面（第1面および第2面）には、盛り上がり等のない均一かつ均質のハードコート層が形成されていた。このハードコート層の平均膜厚は、5.2  $\mu$ mであった。

【0083】また、コバ部にもハードコート層が形成されていたが、塗膜の盛り上がり等はなく、その平均膜厚は、4.0  $\mu$ mであった。

【0084】（実施例2）塗布液の粘度を3.67 cP（25℃）、塗布液の温度を20℃とし、塗布液中からの引き上げ速度を240mm/minとした以外は、実施例1と同様にして、塗膜（ハードコート層）を形成した。

【0085】次に、支持具からレンズを取り外し、切断装置によりゲート部のほぼ全部を切断、除去した後、実施例1と同様にして塗膜の形成状態を調べたところ、レンズの両面（第1面および第2面）には、盛り上がり等のない均一かつ均質のハードコート層が形成されていた。このハードコート層の平均膜厚は、2.7  $\mu$ mであった。

【0086】また、コバ部にもハードコート層が形成されていたが、塗膜の盛り上がり等はなく、その平均膜厚は、1.3  $\mu$ mであった。

【0087】（実施例3）塗布液の粘度を3.67 cP（25℃）、塗布液の温度を20℃とし、塗布液中からの引き上げ速度を320mm/minとした以外は、実施例1と同様にして、塗膜（ハードコート層）を形成した。

【0088】次に、支持具からレンズを取り外し、切断装置によりゲート部のほぼ全部を切断、除去した後、実施例1と同様にして塗膜の形成状態を調べたところ、レンズの両面（第1面および第2面）には、盛り上がり等のない均一かつ均質のハードコート層が形成されていた。このハードコート層の平均膜厚は、3.5  $\mu$ mであった。

【0089】また、コバ部にもハードコート層が形成されていたが、塗膜の盛り上がり等はなく、その平均膜厚は、2.8  $\mu$ mであった。

【0090】（実施例4）溝の幅wを0.3mm、深さdを0.4mmとしたレンズを用いた以外は、実施例1と同様にして、塗膜（ハードコート層）を形成した。

【0091】次に、支持具からレンズを取り外し、切断装置によりゲート部のほぼ全部を切断、除去した後、実施例1と同様にして塗膜の形成状態を調べたところ、レンズの両面（第1面および第2面）には、盛り上がり等のない均一かつ均質のハードコート層が形成されてい

た。このハードコート層の平均膜厚は、5.2  $\mu$ mであった。

【0092】また、コバ部にもハードコート層が形成されていたが、塗膜の盛り上がり等はなく、その平均膜厚は、4.7  $\mu$ mであった。

【0093】（実施例5）幅wが0.3mm、深さdが0.3mmの溝を2本平行に形成したレンズを用いた以外は、実施例1と同様にして、塗膜（ハードコート層）を形成した。

【0094】次に、支持具からレンズを取り外し、切断装置によりゲート部のほぼ全部を切断、除去した後、実施例1と同様にして塗膜の形成状態を調べたところ、レンズの両面（第1面および第2面）には、盛り上がり等のない均一かつ均質のハードコート層が形成されていた。このハードコート層の平均膜厚は、5.2  $\mu$ mであった。

【0095】また、コバ部にもハードコート層が形成されていたが、塗膜の盛り上がり等はなく、その平均膜厚は、4.1  $\mu$ mであった。

【0096】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、光学素子の必要箇所に均一な塗膜、特に、均一な厚さの塗膜を形成することができる。そのため、塗膜の厚さムラにより光学的特性が変化する（阻害される）ことを防止することができる。

【0097】また、溝を介して塗布液を逃がすことができ、そのため、光学素子の縁部、特にレンズのコバ部に塗膜の盛り上がり等が形成されることを防止する。これにより、レンズホルダー等の支持部や取付部へのレンズの取り付けを適正、確実に行うことができる。ゲート部にも溝を形成した場合には、この効果は、より顕著に発揮される。

【0098】また、本発明では、レンズの製造工程や、塗膜形成の作業工程の増大を伴わずに、容易に均一な塗膜を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光学素子（レンズ）の実施例を示す正面図である。

【図2】本発明の光学素子（レンズ）の実施例を示す側面図である。

【図3】本発明の光学素子（レンズ）の実施例を示す底面図である。

【図4】本発明の塗膜の形成方法の実施例（レンズの塗布液への浸漬時）を示す正面図である。

【図5】本発明の塗膜の形成方法の実施例（レンズの塗布液からの引き上げ時）を示す正面図である。

【図6】塗膜形成後のレンズの状態を示す断面側面図である。

【図7】レンズからゲート部を除去した後の塗膜の形状を示す断面側面図である。

【図8】従来の塗膜の形成方法を示す正面図である。

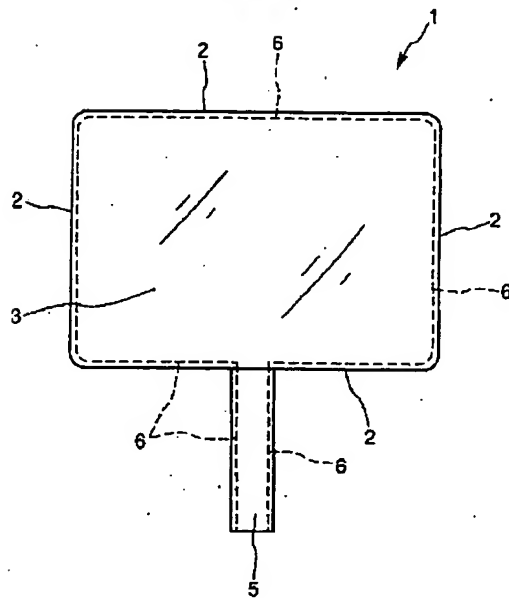
【符号の説明】

- 1 レンズ
- 2 コバ部
- 3 第1面
- 4 第2面
- 5 ゲート部
- 5 1 切断線
- 6 溝
- 7 支持具

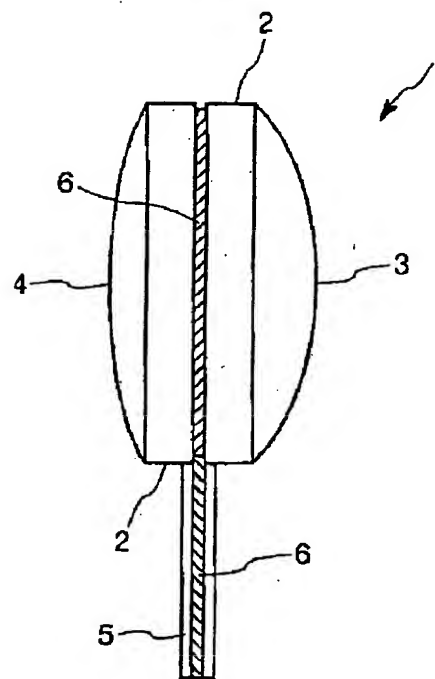
- 8 塗布液
- 8 0 塗布液
- 9 塗膜
- 9 1 盛り上がり
- 1 0 レンズ
- 1 1 コバ部
- 1 2 支持具
- 1 3 塗膜の盛り上がり
- 1.4 塗膜の盛り上がり

10

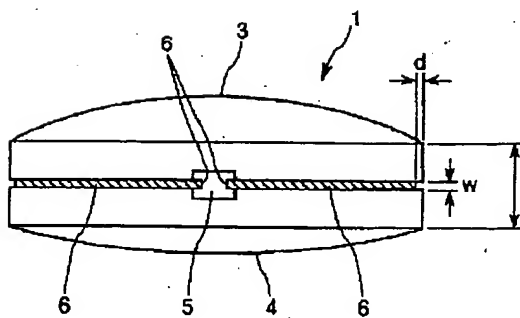
【図1】



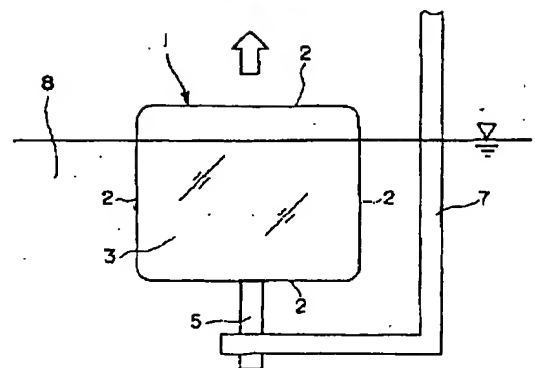
【図2】



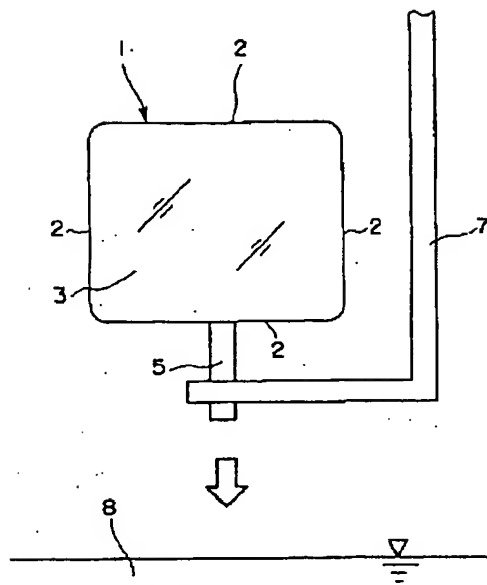
【図3】



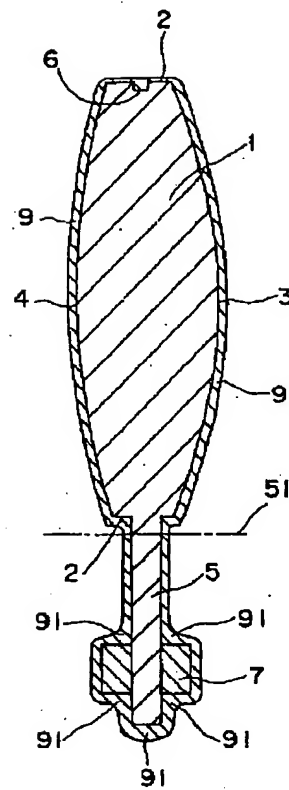
【図5】



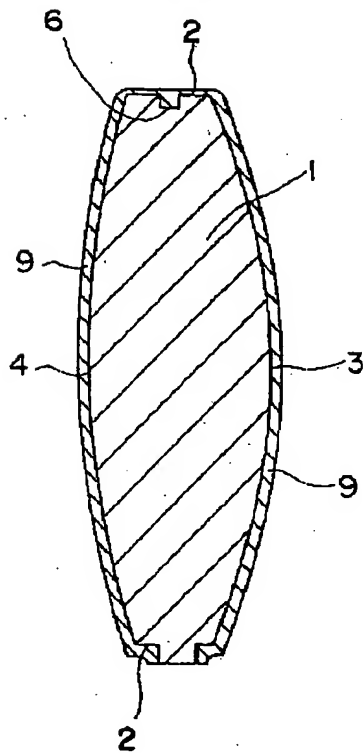
【図4】



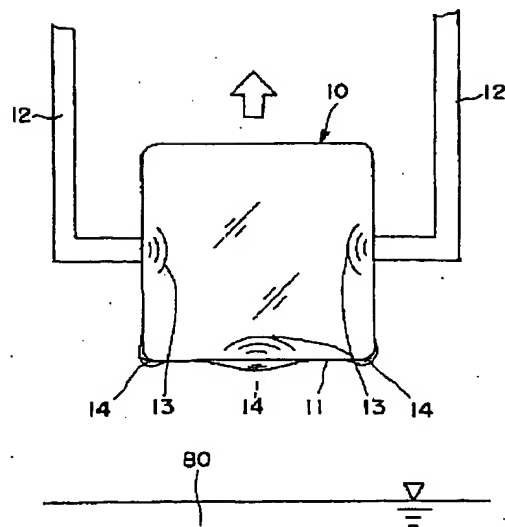
【図6】



【図7】



【図8】






フロントページの続き

Fターム(参考) 2K009 AA02 AA15 BB14 CC24 DD02  
DD05 EE00 FF00  
4D075 AB01 AB36 AB54 AB56 CA02  
CA48 DA08 DA23 DB37 DB43  
DB48 DC24 EA05 EB22  
4F213 AA43 AA44 AB17 AH74 WA58  
WA87 WF24

*Date: October 8, 2003*

*Declaration*

*I, Michihiko Matsuba, President of Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd., of 16-3, 2-chome, Nogami-cho, Fukuyama, Japan, do solemnly and sincerely declare that I understand well both the Japanese and English languages and that the attached document in English is a full and faithful translation, of the copy of Japanese Unexamined Patent No. 2000-210614 laid open on August 2, 2000.*

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'm. matsuba' with a stylized flourish at the end.

*Michihiko Matsuba*

*Fukuyama Sangyo Honyaku Center, Ltd.*

OPTICAL ELEMENT AND COATING FORMING METHOD

Japanese Unexamined Patent No. 2000-210614

Laid-open on: August 2, 2000

Application No. Hei-11-12471

Filed on: January 20, 1999

Inventor: Kazuhiro YAMADA

Applicant: Asahi Kogaku Kogyo Kabushiki Kaisha

Patent Attorney: Tatsuya MASUDA, et al.

SPECIFICATION

[TITLE OF THE INVENTION] OPTICAL ELEMENT AND COATING FORMING METHOD

[ABSTRACT]

[Problem] To provide an optical element and a coating forming method capable of forming a uniform coating.

[Solution Means] A plastic lens 1 formed, for example, by injection molding has a gate portion 5 on its periphery. On an edge 2 and the gate portion 5 of the lens 1, a groove 6 is formed. The lens 1 is dipped into an application liquid with the gate portion 5 being held by a holder, and then, the lens 1 is raised out of the application liquid. At this time, the groove 6 functions as a passage of the excessive application

liquid adhering to the lens 1. Then, the application liquid adhering to the surface of the lens 1 is cured, for example, by ultraviolet irradiation to form a coating. Then, the holder is detached from the lens 1, and the gate portion 5 is cut and removed. On a first surface 3 and a second surface 4 of the lens 1, a uniform coating is formed.

[WHAT IS CLAIMED IS;]

[Claim 1] An optical element used with a coating formed on a surface thereof,

wherein a groove serving as a passage of an application liquid when the coating is formed is formed on a periphery of the optical element.

[Claim 2] An optical element according to Claim 1, wherein the groove is formed almost along an entire perimeter of the periphery of the optical element.

[Claim 3] An optical element according to Claim 1, wherein the optical element is a lens, and the groove is formed on an edge of the lens.

[Claim 4] An optical element according to any of Claims 1 to 3, wherein when a width of the groove is  $w$  and a depth of the groove is  $d$ ,

$w = 0.1$  to  $1.0$  mm, and

$d = 0.1$  to  $1.5$  mm.

[Claim 5] An optical element according to any of Claims 1 to 4, wherein the optical element is a plastic molded component.

[Claim 6] An optical element according to Claim 5, wherein the groove is formed simultaneously with molding of the optical element.

[Claim 7] An optical element according to Claim 5 or 6, wherein a gate portion formed at the time of molding is provided.

[Claim 8] An optical element according to Claim 7, wherein the groove is formed also on the gate portion.

[Claim 9] A coating forming method for forming a coating on the optical element according to Claim 7 or 8, wherein the coating is formed while the gate portion is held by a holder.

[Claim 10] A coating forming method for forming a coating on the optical element according to Claim 7 or 8, wherein the coating is formed while the gate portion is held by a holder, and then, a whole or a part of the gate portion is removed.

[Claim 11] A coating forming method according to Claim 9 or 10, wherein formation of the coating is performed by a dipping method.

[Claim 12] A coating forming method according to Claim 11, wherein raising of the optical element out of an application

liquid is performed with the gate portion being situated below.

[Claim 13] A coating forming method according to Claim 11 or 12, wherein a speed of the raising of the object undergoing application out of the application liquid is 10 to 1000 mm/min.

[Claim 14] A coating forming method according to any of Claims 9 to 13, wherein the coating is a hard coating layer.

[Claim 15] A coating forming method according to any of Claims 9 to 14, wherein a viscosity of the application liquid is 1 to 1000 cps (25°C).

[Claim 16] A coating forming method according to any of Claims 9 to 15, wherein a temperature of the application liquid is 5 to 40°C.

#### [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to an optical element such as a lens and a coating forming method for forming a coating on the surface of the optical element.

[0002]

[Prior Art] Lenses have a hard coating layer (coating) formed on the surfaces thereof to prevent them from being scratched. Conventionally, this hard coating layer is formed in the following manner:

[0003] As shown in Fig. 8, a lens 10 is dipped into an application liquid 80 with both side surfaces of the lens 10 being held (sandwiched) by a raising holder 12, and after the lens 10 is raised out of the application liquid 80, the adhering application liquid 80 is cured to form a coating on the lens surface.

[0004] However, according to this method, when the lens 10 is raised out of the application liquid 80, the application liquid remains on an edge 11 of the lens 10, particularly on the edge 11 situated at the lower part because of liquid dripping (downward movement of the liquid) due to gravity or the surface tension of the liquid, so that coating buildups (coating thicker than the design thickness) 14 are formed.

[0005] When such coating buildups 14 are formed on the edge 11 of the lens 10, the outer diameter (longitudinal and lateral size) of the lens 10 increases by the film thickness, so that there are cases where it is difficult to attach the lens 10 to a lens holder or the like.

[0006] Moreover, at the lower part of the lens 10, since the application liquid accumulates by being moved by gravity, coating buildups 13 are formed not only on the edge 11 but also on the surface (the surface of the effective region), in the vicinity of the edge 11, of the lens 10.

[0007] Moreover, the coating buildups 13 on the surface of the lens 10 are also formed on the parts where the holder 12 is in contact with the lens 10.

[0008] When such coating buildups 13 are formed, the shape of the part of the effective region of the lens 10 differs from the originally designed one, so that there is a possibility that optical characteristics of the lens 10 deteriorate.

[0009]

[Problem to be Solved by the Invention] An object of the present invention is to provide an optical element and a coating forming method capable of forming a uniform coating.

[0010]

[Means for Solving the Problem] This object is achieved by the present invention of the following (1) to (16):

[0011] (1) An optical element used with a coating formed on a surface thereof, characterized in that a groove serving as a passage of an application liquid when the coating is formed is formed on a periphery of the optical element.

[0012] (2) An optical element according to (1), wherein the groove is formed almost along an entire perimeter of the periphery of the optical element.

[0013] (3) An optical element according to (1), wherein the optical element is a lens, and the groove is formed on an edge



of the lens.

[0014] (4) An optical element according to any of (1) to (3), wherein when a width of the groove is  $w$  and a depth of the groove is  $d$ ,

$w = 0.1$  to  $1.0$  mm, and

$d = 0.1$  to  $1.5$  mm.

[0015] (5) An optical element according to any of (1) to (4), wherein the optical element is a plastic molded component.

[0016] (6) An optical element according to (5), wherein the groove is formed simultaneously with molding of the optical element.

[0017] (7) An optical element according to (5) or (6), wherein a gate portion formed at the time of molding is provided.

[0018] (8) An optical element according to (7), wherein the groove is formed also on the gate portion.

[0019] (9) A coating forming method for forming a coating on the optical element according to (7) or (8), characterized in that the coating is formed while the gate portion is held by a holder.

[0020] (10) A coating forming method for forming a coating on the optical element according to (7) or (8), characterized in that the coating is formed while the gate portion is held by a holder, and then, a whole or a part of the gate portion is

removed.

[0021] (11) A coating forming method according to (9) or (10), wherein formation of the coating is performed by a dipping method.

[0022] (12) A coating forming method according to (11), wherein raising of the optical element out of an application liquid is performed with the gate portion being situated below.

[0023] (13) A coating forming method according to (11) or (12), wherein a speed of the raising of the object undergoing application out of the application liquid is 10 to 1000 mm/min.

[0024] (14) A coating forming method according to any of Claims (9) to (13), wherein the coating is a hard coating layer.

[0025] (15) A coating forming method according to any of (9) to (14), wherein a viscosity of the application liquid is 1 to 1000 cps (25°C).

[0026] (16) A coating forming method according to any of (9) to (15), wherein a temperature of the application liquid is 5 to 40°C.

[0027]

[Embodiments of the Invention] Hereinafter, an optical element and a coating forming method of the present invention will be described in detail with reference to the preferred embodiments shown in the attached drawings.

[0028] The kind of optical element (optical part) of the present invention is not specifically limited, and examples thereof include various kinds of lenses, various kinds of optical parts such as prisms, mirrors, beam splitters, optical filters, polarizing plates and window materials, and glass for wristwatches. The following embodiments will be described with a lens as an example of the optical element.

[0029] Fig. 1, Fig. 2 and Fig. 3 are a front view, a side view and a bottom view showing an embodiment of a lens 1 as the optical element of the present invention, respectively.

[0030] As shown in these figures, the lens 1 has a first surface 3 and a second surface 4 on both surfaces. On the peripheral end (entire perimeter) of the lens 1, an edge 2 is formed.

[0031] In the present embodiment, the lens 1 is formed of various kinds of plastic materials (optical plastics) such as polymethyl methacrylate (PMMA), polycarbonate (PC), polystyrene (PS), diethylene glycol bisallyl carbonate, acrylonitrile-styrene copolymers, methyl methacrylate-styrene copolymers, and poly(-4-methylpentene-1).

[0032] The lens 1 is a plastic molded component formed by use of a plastic material as mentioned above, for example, by injection molding. On the lens 1, a gate portion 5 corresponding to a gate (resin inlet) for injecting molten resin into the

metal mold (forming mold) is formed integrally with the lens 1 at the time of injection molding. In the illustrated example, a bar-shaped gate portion 5 is formed integrally with a part of the edge 2 of the lens 1.

[0033] The gate portion 5 which is an unnecessary part that does not contribute to the optical function of the lens 1 is cut and removed later.

[0034] While the thickness  $t$  of the edge 2 (edge thickness) is almost the same on the entire perimeter in the illustrated embodiment, the edge thickness  $t$  may partly differ.

[0035] On the edge 2 of the lens 1, a groove 6 (hatched in Fig. 2 and Fig. 3) functioning as a passage in which an application liquid 8 flows is formed at the time of formation of a coating 9 as described later. The groove 6 is continuously formed almost along the entire perimeter of the edge 2.

[0036] It is desirable that the groove 6 be formed in the center, in the direction of the lens thickness, of the edge 2 as shown in Fig. 2 and Fig. 3. This enables the application liquid 8 on the edge 2 to uniformly flow down.

[0037] The groove 6 is formed on both side surfaces of the gate portion 5 as well as on the edge 2. The groove 6 formed on the gate portion 5 connects with the groove 6 formed on the edge 2. By forming the groove 6 also on the gate portion 5 like this,

the application liquid 8, particularly the application liquid 8 on the edge 2 situated at a lower part (part where the gate portion 5 is formed) is more smoothly discharged.

[0038] On the gate portion 5, the groove 6 may be formed on the front and/or the back of the gate portion 5.

[0039] The groove 6 on the edge 2 and the gate portion 5, which may be formed by postprocessing, is desirably formed simultaneously with the molding of the lens 1. By doing this, the number of manufacturing processes of the lens 1 can be prevented from increasing. A concrete method for forming the groove 6 is to form a convex portion corresponding to the configuration of the groove 6 on the forming mold or the resin inlet of the lens 1.

[0040] While the cross section of the groove 6 is rectangular in the illustrated embodiment, the present invention is not limited thereto. It may be, for example, trapezoidal, V-shaped, W-shaped or U-shaped.

[0041] While one groove 6 is formed in the direction of the perimeter of the edge 2 in the illustrated embodiment, two or more grooves 6 may be formed. When a plurality of grooves 6 is formed, a sufficient sectional area of the passage of the application liquid 8 can be secured with a relatively shallow groove 6.

[0042] While the width and the depth of the groove 6 are not specifically limited, it is desirable that, when the width of the groove 6 is  $w$  and the depth of the groove 6 is  $d$  as shown in Fig. 3, the following relationship be satisfied. The width  $w$  and the depth  $d$  may vary according to the position of formation. In that case, they take the average values.

[0043] It is desirable that  $w$  be approximately 0.1 to 1.0 mm, and it is more desirable that  $w$  be approximately 0.3 to 0.8 mm. It is desirable that  $d$  be approximately 0.1 to 1.5 mm, and it is more desirable that  $d$  be approximately 0.3 to 1.0 mm.

[0044] This is because when  $w$  or  $d$  is too small, there are cases where the function as a passage is not sufficiently delivered depending on the kind, viscosity and the like of the application liquid 8 and when  $d$  is too large, there are cases where the effective region of the lens 1 is affected, particularly, in the case of minute lenses.

[0045] Next, a method for forming a coating on the surface of the lens 1 will be described.

[0046] Fig. 4 and Fig. 5 are front views showing an embodiment of the coating forming method of the present invention. Fig. 6 is a cross-sectional side view of a lens on which a coating has been formed. Fig. 7 is a cross-sectional side view showing the configuration of the coating after the gate portion is

removed.

[0047] The lens 1 is held by a holder (raising holder) 7 in the formation of the coating described later. The holder 7 has a shape, for example, bent in an L shape as shown in Fig. 4 and Fig. 5, and its end is capable of holding the gate portion 5 so as to be fixed, for example, by sandwiching, fitting, adhering or the like.

[0048] The part where the lens 1 is held by the holder 7 is the gate portion 5. That is, the position of the lens 1 is adjusted so that the gate portion 5 is situated below, and the lower end of the gate portion 5 is held by the holder 7 (see Fig. 4).

[0049] Under this condition, the lens 1 is dipped into the application liquid (dipping liquid) 8 containing the constituents of the coating 9 as shown in Fig. 4.

[0050] The application liquid 8 is not specifically limited, and examples thereof include application liquids for forming hard coating layers, antireflection coating, reflection enhancing coating, protective layers, conductive layers, colored layers, LB films and the like.

[0051] In the case of an application liquid for forming hard coating layers, the major constituent thereof differs according to the material of the lens 1. For example, in the

case of a lens formed of polymethyl methacrylate (PMMA), an acryl hard coating liquid (containing silica) is suitably used.

[0052] Moreover, the application liquid 8 may contain various kinds of curing agents such as an ultraviolet curing agent.

[0053] Moreover, the application liquid 8 may contain various kinds of additives. Examples of the additives include a filler such as silica.

[0054] Moreover, the viscosity of the application liquid 8, which is not specifically limited, is desirably approximately 1 to 1000 cps (25°C), more desirably, approximately 1 to 100 cps (25°C). When the viscosity is too high, the formed coating 9 is apt to be nonuniform.

[0055] Moreover, the temperature of the application liquid 8, which is not specifically limited, is desirably approximately 5 to 40°C, more desirably, approximately 15 to 25°C. When the temperature is too high, handling is difficult, and when the temperature is too low, handling is difficult because of the influence of water.

[0056] Then, as shown in Fig. 5, the lens 1 held by the holder 7 is raised out of the application liquid 8. The position of the lens 1 at that time is such that the gate portion 5 faces downward in the vertical direction.

[0057] The excessive application liquid 8 adhering to the first



surface 3 and the second surface 4 of the lens 1 flows down along these surfaces, and the application liquid 8 adhering to the edge 2 flows down in the groove 6 formed on the edge 2.

[0058] The application liquid 8 flowing down to below the lens 1 in this manner further flows down to below the gate portion 5 along the surface of the gate portion 5, particularly in the groove 6 formed on the gate portion 5 without staying on the edge 2 situated below the lens 1.

[0059] Since the excessive application liquid 5 is allowed to escape through the gate portion 5 as described above, coating buildups as described above can be prevented from being formed on the edge 2 and in the vicinity thereof. Consequently, it never occurs that optical characteristics deteriorate due to a shape change of the lens 1, and when the lens 1 is attached to a holding portion or an attachment portion such as a lens holder, the attachment can be appropriately and reliably performed.

[0060] The raising out speed of the application liquid 8, which is not specifically limited, is desirably approximately 10 to 1000 mm/min, more desirably, approximately 150 to 350 mm/min. When the raising speed is too high, the uniformity of the formed coating 9 decreases, and when the raising speed is too low,

productivity decreases.

[0061] After the lens 1 is raised out of the application liquid 8, the application liquid 8 adhering to the surface of the lens 1 moves downward due to gravity, and further flows down along the surface of the gate portion 5 and in the groove 6. Then, the application liquid 8 remains in the vicinity of a lower part of the gate portion 5. Consequently, the thickness of the coating 9 is larger in the vicinity of the lower part of the gate portion 5, and buildups 91 are formed (see Fig. 6). However, since this part is removed later together with the gate portion 5, such buildups 91 are allowed to be formed.

[0062] Since the lens 1 is in contact with the holder 7 only through the gate portion 5, it never occurs that coating buildups 91 are formed on the other parts of the lens 1 due to contact with the holder 7, so that the coating 9 formed on the first surface 3 and the second surface 4 of the lens 1 is uniform in thickness.

[0063] Then, the application liquid 8 adhering to the surface of the lens 1 is cured. With this, the coating 9 is formed (see Fig. 3)..

[0064] The coating curing method is appropriately selected in accordance with the kind, composition and the like of the application liquid. Examples thereof include a method drying

the wet coating, a method curing the coating by heating it, and a method irradiating the coating with light such as ultraviolet rays, electron beams, radial rays and the like.

[0065] Even if the application liquid 8 adheres to the edge 2 before the application liquid 8 is cured, the application liquid is absorbed in the groove 6, so that even if the coating 9 is formed on the edge 2, its thickness is extremely thin (see Fig. 6 and Fig. 7). Consequently, when the lens 1 is attached to a holding portion or an attachment portion such as a lens holder, the attachment can be appropriately and reliably performed.

[0066] When the curing of the coating 9 is completed, the lens 1 is detached from the holder 7.

[0067] Then, the gate portion 5 is cut along a cutting plane line 51 and removed. With this, a lens 1 is obtained where a uniform and homogeneous coating 9 is formed on the first surface 3 and the second surface 4 as shown in Fig. 7.

[0068] The gate portion 5 may be removed in its entirety or may be removed so that a part thereof (part in the vicinity of the edge 2) is left.

[0069] Since the buildups 91 of the coating 9 formed on the lower part of the gate portion 5 are removed when the gate portion 5 is cut and removed, it is unnecessary to add an

operation for removing the buildups 91 of the coating 9. Thus, the coating forming method of the present invention produces an advantage that a uniform and homogeneous coating 9 can be formed by a simple method without the working process being complicated.

[0070] According to the coating forming method as described above, since a uniform and homogeneous coating 9 is formed on the first surface 3 and the second surface 4 of the lens 1, optical characteristics of the lens 1 can be prevented from being changed by a shape change in the effective region part (part functioning as a lens) of the lens 1.

[0071] In the present invention, the kind of the lens 1 is not specifically limited. The present invention is applicable, for example, to lens elements constituting photographing optical systems for cameras and video cameras, lens elements constituting finder optical systems, lenses used for telescopes, binoculars, microscopes, projectors (projectors), copiers and laser printers, small-size lenses used for optical pickups (optical heads for optical disks and magneto-optical disks), endoscopes and the like, minute lenses, lenses used for other kinds of optical apparatuses and optical measurement instruments, and eyeglass lenses.

[0072] Moreover, the lens material is not limited to the

above-mentioned ones. The lens may be formed of various kinds of glass materials. For example, it may be a glass lens formed by glass molding.

[0073] While a case where the coating 9 is formed by a dipping method (dipping) is described in the above, the present invention is not limited thereto, but is also applicable to a method forming a coating, for example, by spin coating, spray coating, roll coating, or brushing.

[0074]

[Examples] Hereinafter, concrete examples of the present invention will be described.

[0075] (First example) A camera finder lens formed by injection molding and having a configuration shown in Fig. 1 to Fig. 3 was prepared. This lens was a bi-convex lens measuring 10.54 mm in the longitudinal direction and 16.02 mm in the lateral direction and having an edge thickness  $t$  of 2.4 mm, and the material of the lens was polymethyl methacrylate. In the center of one of the long sides of the lens, a gate portion with a length of approximately 10 mm is formed vertically to the long sides.

[0076] On the edge (entire perimeter) of the lens and on both side parts of the gate portion, a continuous groove having a rectangular cross section was formed at the same time of the

formation of the lens. This groove had a width  $w$  of 0.5 mm and a depth  $d$  of 0.5 mm. Moreover, this groove was formed almost in the center in the direction of the lens thickness on the edge.

[0077] Then, the lens was set in a position such that the gate portion faces downward in the vertical direction, and was dipped into an application liquid for forming hard coating layers with the lower end of the gate portion being held by a holder (raiser). Conditions and the like for the application liquid were as follows:

[0078] Composition of the application liquid: acrylic ultraviolet curing application liquid containing colloidal silica

Viscosity of the application liquid: 5.16 cps (25°C)

Temperature of the application liquid: 20°C

Dipping time: 20 seconds

After dipping in the application liquid was finished, the lens was raised into the air at a raising speed of 190 mm/min.

[0079] Then, the entire part of the lens being raised was irradiated with ultraviolet rays (total irradiation intensity 85 mJ/cm<sup>2</sup>) to thereby cure the adhering application liquid. With this, a coating (hard coating layer) was formed.

[0080] After the coating was cured, the lens was detached from

the holder.

[0081] Then, almost the entire part of the gate portion was cut by a cutting apparatus having a cutting blade and removed. With this, a lens where a hard coating was formed on each of the first surface and the second surface was completed.

[0082] With respect to the lens obtained in this manner, the coating formation condition was observed visually and analyzed by use of a stylus profilemeter (Form Talysurf) to find that a uniform and homogeneous hard coating layer without any buildup or the like was formed on both surfaces (the first and the second surfaces) of the lens. The average thickness of this hard coating layer was 5.2  $\mu\text{m}$ .

[0083] A hard coating layer was also formed on the edge. There was no buildup of the coating, and the average thickness was 4.0  $\mu\text{m}$ .

[0084] (Second example) A coating (hard coating layer) was formed in a similar manner to that of the first example except that the viscosity of the application liquid was 3.67 cps (25°C), the temperature of the application liquid was 20°C and the speed of raising out of the application liquid was 240 mm/min.

[0085] Then, after the lens was detached from the holder and almost the entire part of the gate portion was cut by a cutting apparatus and removed, the coating formation condition was

examined in a similar manner to that of the first example to find that a uniform and homogeneous hard coating layer without any buildup or the like was formed on both surfaces (the first and the second surfaces) of the lens. The average thickness of the hard coating layer was 2.7  $\mu\text{m}$ .

[0086] Although a hard coating layer was also formed on the edge, there was no buildup of the coating, and the average thickness was 1.3  $\mu\text{m}$ .

[0087] (Third example) A coating (hard coating layer) was formed in a similar manner to that of the first example except that the viscosity of the application liquid was 3.67 cps (25°C), the temperature of the application liquid was 20°C and the speed of raising out of the application liquid was 320 mm/min.

[0088] Then, after the lens was detached from the holder and almost the entire part of the gate portion was cut by a cutting apparatus and removed, the coating formation condition was examined in a similar manner to that of the first example to find that a uniform and homogeneous hard coating layer without any buildup or the like was formed on both surfaces (the first and the second surfaces) of the lens. The average thickness of the hard coating layer was 3.5  $\mu\text{m}$ .

[0089] Although a hard coating layer was also formed on the edge, there was no buildup of the coating, and the average



thickness was 2.8  $\mu\text{m}$ .

[0090] (Fourth example) A coating (hard coating layer) was formed in a similar manner to that of the first example except that a lens was used where the width  $w$  of the groove was 0.3 mm and the depth  $d$  thereof was 0.4 mm.

[0091] Then, after the lens was detached from the holder and almost the entire part of the gate portion was cut by a cutting apparatus and removed, the coating formation condition was examined in a similar manner to that of the first example to find that a uniform and homogeneous hard coating layer without any buildup or the like was formed on both surfaces (the first and the second surfaces) of the lens. The average thickness of the hard coating layer was 5.2  $\mu\text{m}$ .

[0092] Although a hard coating layer was also formed on the edge, there was no buildup of the coating, and the average thickness was 4.7  $\mu\text{m}$ .

[0093] (Fifth example) A coating (hard coating layer) was formed in a similar manner to that of the first example except that a lens was used where two grooves with a width  $w$  of 0.3 mm and a depth  $d$  of 0.3 mm were formed in parallel to each other.

[0094] Then, after the lens was detached from the holder and almost the entire part of the gate portion was cut by a cutting apparatus and removed, the coating formation condition was

examined in a similar manner to that of the first example to find that a uniform and homogeneous hard coating layer without any buildup or the like was formed on both surfaces (the first and the second surfaces) of the lens. The average thickness of the hard coating layer was 5.2  $\mu\text{m}$ .

[0095] Although a hard coating layer was also formed on the edge, there was no buildup of the coating, and the average thickness was 4.1  $\mu\text{m}$ .

[0096]

[Effects of the Invention] As described above, according to the present invention, a uniform coating, particularly a uniform thickness coating can be formed on a part of an optical element requiring a coating. Consequently, optical characteristics can be prevented from being changed (impeded) by nonuniformity in the thickness of the coating.

[0097] Moreover, the application liquid is allowed to escape through the groove, and this prevents the formation of coating buildups on the periphery of the optical element, particularly on the edge of the lens. Consequently, the attachment of the lens to a holding portion or an attachment portion such as a lens holder can be appropriately and reliably performed. When the groove is also formed on the gate portion, this effect is more conspicuously delivered.

[0098] Moreover, according to the present invention, a uniform coating can be easily formed without any increase in the lens manufacturing process and the coating forming process.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1] A front view showing the embodiment of the optical element (lens) of the present invention.

[Fig. 2] A side view showing the embodiment of the optical element (lens) of the present invention.

[Fig. 3] A bottom view showing the embodiment of the optical element (lens) of the present invention.

[Fig. 4] A front view showing the embodiment of the coating forming method of the present invention (at the time of dipping of the lens into the application liquid).

[Fig. 5] A front view showing the embodiment of the coating forming method of the present invention (at the time of raising of the lens out of the application liquid).

[Fig. 6] A cross-sectional side view showing the lens condition after the coating is formed.

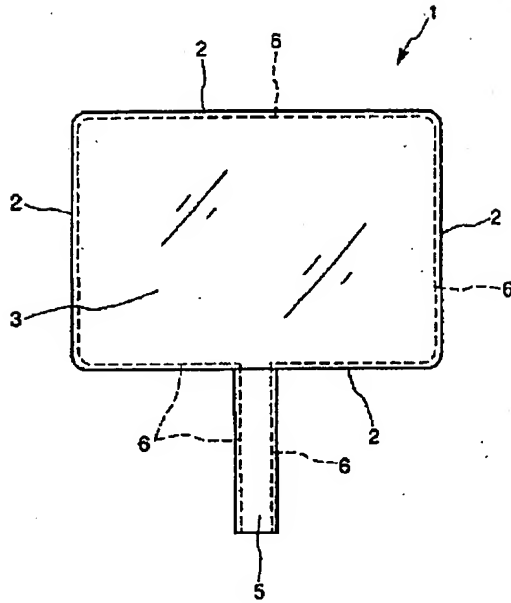
[Fig. 7] A cross-sectional side view showing the configuration of the coating after the gate portion is removed from the lens.

[Fig. 8] A front view showing the conventional coating forming method.

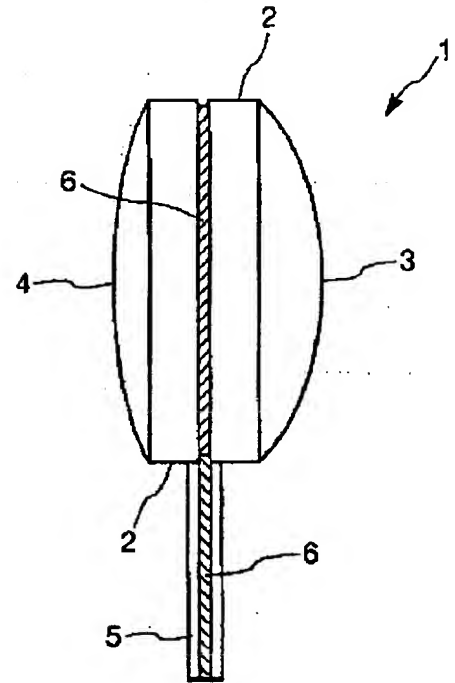
[Description of Symbols]

1 lens  
2 edge  
3 first surface  
4 second surface  
5 gate portion  
51 cutting plane line  
6 groove  
7 holder  
8 application liquid  
80 application liquid  
9 coating  
91 buildup  
10 lens  
11 edge  
12 holder  
13 coating buildup  
14 coating buildup

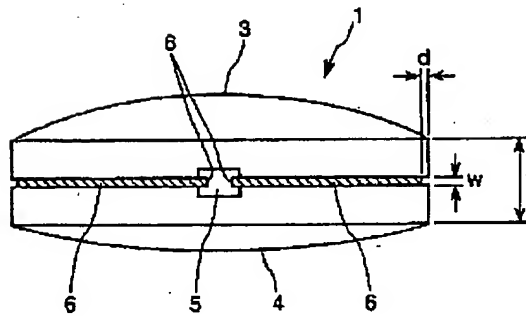
**Fig.1**



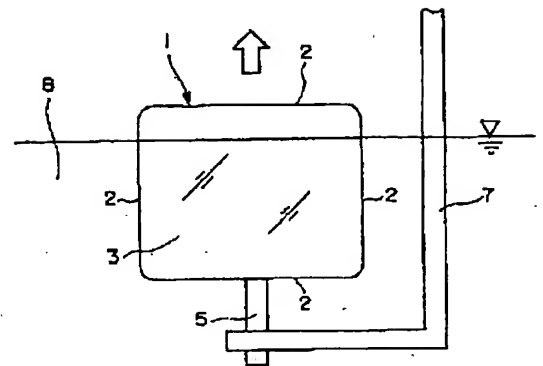
**Fig.2**



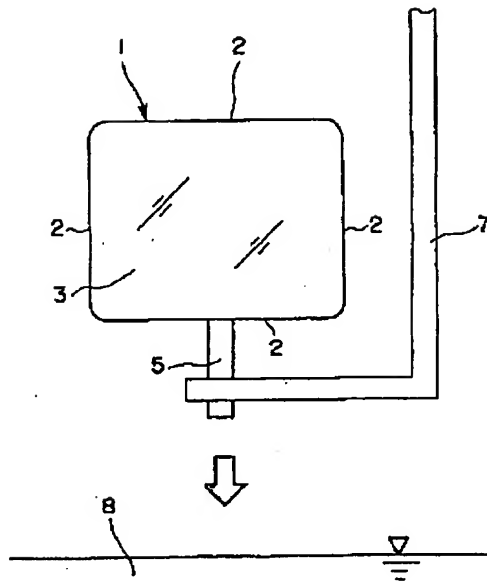
**Fig.3**



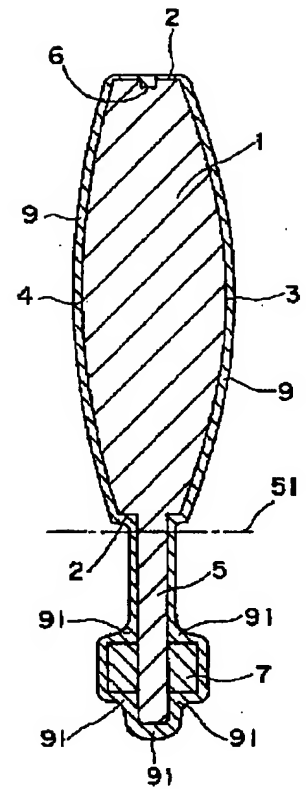
**Fig.5**



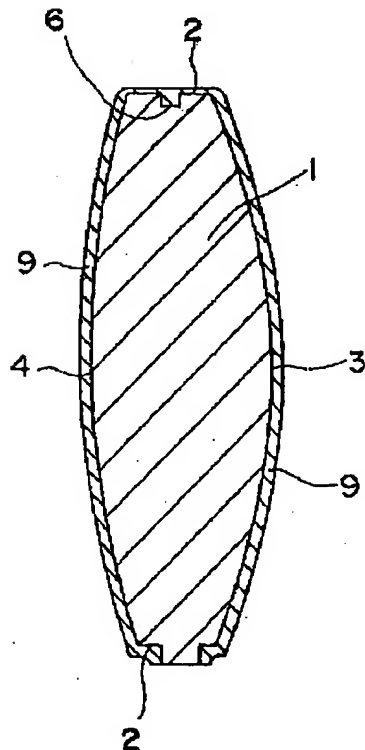
**Fig.4**



**Fig.6**



**Fig.7**



**Fig.8**

